



(11) DE 3832037 A1

(21) Aktenzeichen: P 38 32 037.1
 (22) Anmeldetag: 21. 9. 88
 (43) Offenlegungstag: 22. 3. 90

G 05 B 13/00

F 25 B 49/00
 F 25 B 1/00
 F 24 J 3/00
 // F04D 27/00,
 H02J 9/00

(71) Anmelder:
 Kriwan Industrie-Elektronik GmbH, 7119
 Forchtenberg, DE
 (74) Vertreter:
 Tetzner, V., Dipl.-Ing. Dr.-Ing. Dr.jur., Pat.- u.
 Rechtsanw., 8000 München

(72) Erfinder:
 Weinmar, Hartmut, 7113 Pfedelbach, DE
 (56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
 in Betracht zu ziehende Druckschriften:
 DE 29 50 264 C2
 DE-OS 37 16 393
 DE 37 15 437 A1
 CH 6 26 439
 EP 01 57 723 A2

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Verfahren zur Steuerung von Arbeitsmaschinen in einer Verbundanlage

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung einer Anzahl von Arbeitsmaschinen für strömende Medien in einer Verbundanlage, wonach die Ein- und Ausschaltung der Arbeitsmaschinen in einer durch einen Zufallsgenerator bestimmten, wechselnden Reihenfolge entsprechend dem jeweiligen Leistungsbedarf erfolgt, so daß über eine längere Betriebsdauer die Einschaltzeiten der einzelnen Arbeitsmaschinen annähernd gleich sind.

DE 3832037 A1

BEST AVAILABLE COPY

DE 3832037 A1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung einer Anzahl von Arbeitsmaschinen in einer Verbundanlage, gemäß dem Oberbegriff des Anspruches 1.

Arbeitsmaschinen, die in einer Verbundanlage zusammengefaßt sind, können beispielsweise Kältekompresoren, Wärmepumpen, Lüfter, Notstromaggregate oder dergleichen sein, die im Ansprechen auf den jeweiligen Leistungsbedarf der Verbundanlage ein- bzw. ausgeschaltet werden können. Handelt es sich beispielsweise um eine Kälteverbundanlage, dann wird der jeweilige Kältebedarf durch die Kälteleistung von 1 ... n, also einer entsprechenden Anzahl von Kältekompresoren geliefert. Ohne besondere Maßnahmen werden Grund- und Spitzenlast bzw. -leistungen immer von denselben Kompressoren geliefert, wobei ein Grundlastkompressor dann fast ständig läuft, während der Kompressor zur Deckung der Spitzenlast nur zu entsprechenden Spitzenlastzeiten laufen muß. Diese ungleiche Verteilung der Betriebszeiten der einzelnen Kompressoren ist unerwünscht.

Es ist ferner ein Steuerverfahren bekannt (DE-PS 27 58 153), bei der die Kompressoren bei jeder Erhöhung und Verringerung des Kältebedarfs in einer sich fortlaufend wiederholenden ansteigenden Reihenfolge vom ersten zum n-ten Kompressor nacheinander ein- bzw. ausgeschaltet werden, d.h. beim Ausschalten wird der Kompressor zuerst abgeschaltet, der die längste Zeit in Betrieb war, und beim Einschalten wird der Kompressor mit der längsten Stillstandszeit zuerst eingeschaltet.

Durch diese Vorgehensweise wird jedoch keine völlige Entkoppelung von der Umwelt erreicht. So sind beispielsweise Betriebszustände denkbar, bei denen zyklisch immer wieder zu gleichen Zeiten gleiche Kälteanforderungen bestehen, was dazu führen kann, daß auch das Ein- und Ausschalten der Kompressoren periodisch wird. Daher würden zu bestimmten Zeiten bestimmte Kompressoren häufiger laufen als andere.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der im Oberbegriff des Anspruches 1 vorausgesetzten Art zu schaffen, bei dem das Ein- und Ausschalten von Arbeitsmaschinen völlig unabhängig von äußeren Betriebszuständen bzw. Leistungsanforderungen in der Weise gestaltet werden kann, daß die Betriebszeiten der einzelnen Arbeitsmaschinen über einen längeren Zeitraum annähernd gleich sind.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch das Kennzeichen des Anspruches 1 gelöst.

Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen dieser Erfindung ergeben sich aus den Merkmalen der Unteransprüche.

Da nach dem erfindungsgemäßen Verfahren die einzelnen Arbeitsmaschinen in wechselnder Reihenfolge sowie entsprechend dem jeweiligen Leistungsbedarf über einen Zufallsgenerator ein- und ausgeschaltet werden, können auf einfache und äußerst zuverlässige Weise z.B. Betriebszustände vermieden werden, in denen durch periodisches Ein- und Ausschalten von Arbeitsmaschinen einige davon häufiger laufen müssen als andere. Aufgrund dieser erfindungsgemäßen Ausführung werden die einzelnen Arbeitsmaschinen also je nach dem jeweiligen Leistungsbedarf gewissermaßen zufällig sowohl ein- als auch ausgeschaltet.

Wie an sich bekannt, kann ein Zufallsgenerator z.B. softwaremäßig, also über ein Programm, erzeugt werden. Hierbei gibt es verschiedene Methoden, durch Soft-

ware die erforderlichen Zufallszahlen zu generieren, wobei die gewählte Methode an sich gleichgültig ist und nur wichtig ist, daß bei einer längeren Zufallszahlenfolge eine statistische Gleichverteilung der Zahlen besteht.

Gemäß einer besonders einfachen und vorteilhaften Ausgestaltung werden die Einschalt-, Ausschalt- und Einstellfunktionen für die Arbeitsmaschinen unter Verwendung eines Mikroprozessors gesteuert, der Teil einer elektronischen Verbundschaltung ist. Hierfür kann jeder geeignete Mikroprozessor verwendet werden, der in der Lage ist, programmäßig das Ein- und Ausschalten der Arbeitsmaschinen einer entsprechenden Verbundanlage über einen Zufallsgenerator zu bewerkstelligen.

Die durch den Zufallsgenerator entstehende Zufallsreihenfolge soll so langperiodisch sein, daß bei einer normalen Lebensdauer der Verbundanlage und bei unterschiedlichen äußeren Betriebszuständen eine ungleiche Einschaltzeit bzw. Laufzeit aufgrund einer Periodizität ausgeschlossen wird.

Erfindungsgemäß ist es ferner vorteilhaft, wenn die maximale Einschaltzeit (Laufzeit) jeder Arbeitsmaschine sowie vorzugsweise auch die maximale Schalthäufigkeit jeder Arbeitsmaschine pro Zeiteinheit, insbesondere pro Stunde, eingestellt werden kann. Ein zufälliges, zu häufiges Einschalten einer oder mehrerer Arbeitsmaschinen innerhalb eines kurzen Zeitraumes ist unerwünscht, weshalb mittels einer Festlegung bzw. Einstellung der Einschaltungen etwa pro Stunde diese Betriebsfälle vermieden werden können. Wenn dabei die Einschaltzeit (Laufzeit) einer Arbeitsmaschine abgelaufen ist, dann kann je nach Bedarf eine andere in Betrieb genommen werden. Wenn ferner die eingestellte Anzahl der Einschalthäufigkeiten pro Zeiteinheit bei einer Arbeitsmaschine der Verbundanlage erreicht ist, dann wird für diese Arbeitsmaschine bis zum Ablauf der begonnenen Zeiteinheit, insbesondere einer Stunde, jede weitere Einschaltung gesperrt. Es kann dann im Bedarfsfalle eine andere Arbeitsmaschine mit weniger Einschaltungen der Verbundanlage zugeschaltet werden.

Ferner können in vorteilhafter Weise alle wesentlichen Einschalt- und Ausschaltfunktionen sowie Steuermeldungen optisch, beispielsweise auf einer Schalttafel, angezeigt werden.

Die Erfindung sei im folgenden anhand einiger in der Zeichnung veranschaulichter Ausführungsbeispiele weiter erläutert. In dieser Zeichnung zeigen

Fig. 1 ein vereinfachtes Prinzipschaltbild für das erfindungsgemäße Steuerverfahren;

Fig. 2 und 3 zwei Prinzipdarstellungen für die Schaltfunktionen eines Zufallsgenerators für Kältekompresoren mit einer Leistungsstufe bzw. zwei Leistungsstufen.

In dem Prinzipschaltbild der Fig. 1 sei das erfindungsgemäße Verfahren zunächst anhand einer Kälteverbundanlage erläutert. Zu dem Beispiel dieser Kälteverbundanlage gehören vier Kältekompresoren K 1, K 2, K 3 und K 4, ferner ein Kältemittel-Verflüssiger 1, ein Sammler 2 für das Kältemittel und wenigstens zwei Verdampfer 3, 4. Die Ausgänge der Kältekompresoren K 1 bis K 4 sind über übliche Ventile V1, V2, V3 und V4 mit dem Verflüssiger 1 verbunden, der seinerseits über den Sammler 2 mit den beiden Verdampfern 3 und 4 in Verbindung steht, die ihrerseits gemeinsam mit den Eingängen der Kältekompresoren K 1 bis K 4 verbunden sind. Für diese Kältemittel-Verbindungen sind in üblicher Weise entsprechende Leitungen vorgesehen, die in Fig. 1 mittels voll ausgezogener Linien zwischen den

schwungen seien dargestellt sind. Den Zulaufen der Verdampfer können weitere Ventile V5 und V6 zugeordnet sein. Der Umlauf des Kältemittels ist durch einige Pfeile 5 angedeutet.

Die in der Kälteverbundanlage vorgesehenen Kältekompessoren K1 bis K4 können einzeln im Ansprechen auf den jeweiligen Leistungsbedarf der Kälteverbundanlage ein- bzw. ausgeschaltet werden. Für die Steuerung dieser Kältekompessoren K1 bis K4 dient die in Fig. 1 nur insgesamt als Block veranschaulichte elektronische Verbundschaltung 6, zu der ein geeigneter Mikroprozessor gehört, der in seinem Aufbau an sich bekannter Ausführung sein kann, jedoch so angepaßt ist, daß er zur Steuerung aller notwendiger Funktionen der Kältekompessoren K1 bis K4, insbesondere der erforderlichen und sinnvollen Einschalt-, Ausschalt- und Einstellfunktionen verwendet werden kann. Durch diese Verbundschaltung 6 wird somit gewissermaßen ein intelligentes Stufenschaltwerk in Mikroprozessortechnik für die Steuerung der Kältekompessoren K1 bis K4 geschaffen.

Mit Hilfe der gesamten elektronischen Verbundschaltung 6 können alle wichtigen Funktionen geschaltet, eingestellt und gesteuert werden, wie z.B. Grundlast-Umschaltungen, Hochlauf- und Rücklaufverzögerungszeiten, mehrfache Lastabwürfe, Schnellrücklauf, maximale Einschaltzeitdauer (Laufzeiten) und Einschalthäufigkeiten der Kältekompessoren sowie auch Störmeldungen. Dabei können zumindest alle wesentlichen Einschalt- und Ausschaltfunktionen sowie Störmeldungen optisch angezeigt werden, beispielsweise über Lampen auf einer Schalttafel.

Diese elektronische Verbundschaltung 6 hat dementsprechend eine entsprechende Anzahl von Eingängen, von denen in Fig. 1 lediglich die Schalteingänge für einen Saugdruckregler 7, einen Lastabwurf 8 und einen Überdruckregler 9 angedeutet sind, sowie eine Anzahl von vorzugsweise Relaisausgängen, von denen die Ausgänge zu den vier Kältekompessoren K1 bis K4 zusammengefaßt durch eine gestrichelte Linie 10 angegeben sind, während außerdem noch zumindest ein Relaisausgang für eine Störmeldung bzw. zur Notschaltung vorgesehen sein kann.

Über Ausgangskontakte des Saugdruckreglers 7 – bzw. eventuell über einen Analogausgang eines Saugdruckgebers – erfolgen die Anforderungen nach mehr oder weniger Leistungsbedarf für die Kältekompessoren. Der Lastabwurf 8 kann in üblicher Weise verwendet werden, um bei Erreichen momentaner Leistungsverbrauch-Obergrenzen über entsprechende Schaltsignale Verbraucher "abzuwerfen", d.h. bei der vorliegenden Verbundanlage kann über die Verbundschaltung 6 im Überlastfall dann wenigstens einer der Kältekompessoren – entsprechend einer bestimmten Wichtigkeit – abgeschaltet werden; es können jedoch auch mehrere Kältekompessoren in entsprechender Reihenfolge nacheinander abgeschaltet werden.

Für alle entsprechenden Funktionen wie "Hochlauf", "Rücklauf", "Schnellrücklauf" usw. können – wie ebenfalls an sich bekannt – zweckmäßige Schaltverzögerungszeiten vorgesehen bzw. einstellbar sein.

Bei dem in Fig. 1 veranschaulichten Ausführungsbeispiel einer Kälteverbundanlage sei angenommen, daß alle zur Verbundanlage gehörenden Kältekompessoren K1 bis K4 solche mit einer vorbestimmten Verdichterleistung, d.h. mit einer einzigen Leistungsstufe sind. Dementsprechend werden bei ansteigendem Leistungsbedarf die Kältekompessoren 1 bis 4 entspre-

chend nacheinander bzw. stufenweise eingeschaltet, während sie bei Verringerung des Leistungsbedarfes entsprechend stufenweise abgeschaltet werden, wobei jedoch generell darauf geachtet wird, daß die einzelnen Kältekompessoren K1 bis K4 in wechselnder Reihenfolge (und entsprechend – wie zuvor erwähnt – dem jeweiligen Leistungsbedarf) über den Zufallsgenerator ein- und ausgeschaltet werden. Eine Prinzipdarstellung für dieses Ein- und Ausschalten der vier Kältekompessoren K1 bis K4 entsprechend den jeweiligen Anforderungen (Leistungsbedarf) für die Steuerung über den Zufallsgenerator veranschaulicht Fig. 2. In diesem Beispiel sind die jeweils eingeschalteten bzw. laufenden Kältekompessoren durch ein Kreuz (*) markiert. Demnach läuft in diesem Falle zunächst nur der Kältekompessor K2; bei einem größeren Leistungsbedarf ("mehr Leistung") wird der Kältekompessor K1 zugeschaltet, dann der Kältekompessor K4, und wenn noch mehr Leistung angefordert wird, wird auch der Kältekompessor K3 zugeschaltet, so daß die Kälteverbundanlage dann mit ihrer Höchstleistung arbeitet. Bei entsprechender Verringerung des Leistungsbedarfs ("weniger Leistung") werden im veranschaulichten Beispiel nacheinander die Kältekompessoren K1, dann K3, dann K4 und schließlich – falls notwendig – K2 der Reihe nach ausgeschaltet. Es versteht sich, daß durch die Mikroprozessorsteuerung der elektronischen Verbundschaltung 6 die Reihenfolge der jeweils arbeitenden Kältekompessoren nach dem Zufallsprinzip programmäßig so ändert, daß die über den Zufallsgenerator entstehende Zufallsreihenfolge so langperiodisch ist, daß bei einer normalen Lebensdauer der Kälteverbundanlage und den unterschiedlichen Betriebsgegebenheiten eine ungleiche Laufzeit bzw. Einschaltzeit der Kältekompessoren K1 bis K4 aufgrund einer Periodizität ausgeschlossen werden kann, womit eine sehr gleichmäßige Auslastung aller Kältekompessoren K1 bis K4 sichergestellt ist.

Eine noch leistungsfähigere Kälteverbundanlage mit ebenfalls vier Kältekompessoren läßt sich dann erreichen, wenn wenigstens einige der verwendeten Kältekompessoren in ihrer Arbeitsleistung reguliert werden können, d.h. wenn sie einerseits mit einer vorbestimmten Grundleistung (Grundlast) arbeiten können und wenn andererseits zusätzlich die Möglichkeit besteht, durch Hochregulieren bzw. Hochschalten die Arbeitsleistung dieser Kältekompessoren noch um wenigstens eine Stufe zu erhöhen.

Ein Ausführungsbeispiel für solche in ihrer Arbeitsleistung regulierbare Kältekompessoren sei anhand der Prinzipdarstellung in Fig. 3 erläutert, wobei dieses Beispiel der Einfachheit halber auf dem Beispiel nach den Fig. 1 bzw. 2 aufbaut.

In diesem weiteren Beispiel gemäß Fig. 3 sei angenommen, daß alle vier Kältekompessoren K1, K2, K3 und K4 für zwei Leistungsstufen ausgelegt sind, und zwar für eine Grundleistungsstufe, die bei ihrer ersten Einschaltung angesteuert wird, und für eine zweite Leistungsstufe, die über je ein Magnetventil M1, M2, M3 bzw. M4 eingeschaltet wird, d.h. erst wenn die erste Grundleistungsstufe jedes Kältekompressors nicht mehr ausreicht und eine erhöhte Arbeitsleistung angefordert wird, erfolgt ein Hochschalten des entsprechenden Kältekompessors aus seiner ersten Stufe in seine zweite Leistungsstufe mit Hilfe des zugehörigen Magnetventiles, während bei geringer werdender Arbeitsleistung jeweils zuerst die zweite Leistungsstufe des entsprechenden Kältekompessors und erst danach, wenn

noch weniger Leistung angefordert wird, der entsprechende Kältekompressor selbst ausgeschaltet wird. Wie dieses Ein- und Ausschalten der mit je einem Magnetventil M_1 bis M_4 ausgestatteten vier Kältekompresoren K_1 bis K_4 in wechselnder Reihenfolge nach dem Zufallsprinzip beispielsweise aussehen kann, läßt sich durch die angekreuzten Kreise in der Prinzipdarstellung gemäß Fig. 3 – und in Anlehnung an die Erläuterungen zu Fig. 2 – ohne weitere Erklärungen leicht entnehmen. Die Steuerung der Kältekompresoren K_1 bis K_4 einschließlich ihrer Magnetventile M_1 bis M_4 kann auch in diesem Falle wiederum unter Verwendung eines Mikroprozessors in einer elektronischen Verbundschaltung wie der Verbundschaltung 6 in Fig. 1 (in entsprechend angepaßter Ausführung) erfolgen.

Es versteht sich von selbst, daß anstelle der gemäß Fig. 1 verwendeten vier Kältekompresoren auch eine beliebig andere und dem jeweiligen Einsatzfall angepaßte Anzahl von Kältekompresoren einer Kälteverbundanlage vorgesehen werden kann, wobei die Anpassung der Steuerung vor allem durch die elektronische Verbundschaltung mit Mikroprozessor keinerlei Anpassungs- bzw. Erweiterungsprobleme mit sich bringt, so daß auch in solchen Fällen eine äußerst einfache und komfortable Steuerung für das gewünschte, sinnvolle Ein- und Ausschalten der Kältekompresoren über einen Zufallsgenerator gewährleistet werden kann.

Während in den zuvor anhand der Zeichnung beschriebenen Ausführungs- bzw. Durchführungsmöglichkeiten des erfindungsgemäßen Steuerverfahrens die Arbeitsmaschinen durch Kältekompresoren einer Kälteverbundanlage gebildet worden sind, ist es selbstverständlich auch möglich, daß diese Arbeitsmaschinen nach praktisch gleichem, angepaßtem Steuerprinzip (über Zufallsgenerator) durch Wärmepumpen einer Wärmepumpen-Verbundanlage, aber auch gleichartig beispielsweise durch Lüfter einer Lüfterverbundanlage, Notstromaggregate oder dergleichen gebildet werden.

Durch dieses beschriebene Steuerverfahren läßt sich vor allem auch unter Verwendung der mit einem Mikroprozessor ausgestatteten elektronischen Verbundschaltung eine stets rasche und einfache Anpassung der ganzen Verbundanlage an die jeweils erforderliche Arbeitsleistung erreichen, und im Bedarfsfalle gestaltet diese Steuerung eine äußerst einfache nachträgliche Anpassung der ganzen Verbundanlage, d.h. diese Verbundanlage ist gewissermaßen modular ausbaufähig bis auf eine maximale Anzahl von Arbeitsmaschinen, wobei durch sinnvolle Überwachungsfunktionen über die elektronische Verbundschaltung eine hohe Sicherheit und Verfügbarkeit aller Teile der Verbundanlage gewährleistet werden kann.

Patentansprüche

55

1. Verfahren zur Steuerung einer Anzahl von Arbeitsmaschinen in einer Verbundanlage, wobei die einzelnen Arbeitsmaschinen dieser Verbundanlage im Ansprechen auf den jeweiligen Leistungsbedarf ein- bzw. ausgeschaltet werden, dadurch gekennzeichnet, daß die einzelnen Arbeitsmaschinen in wechselnder Reihenfolge sowie entsprechend dem jeweiligen Leistungsbedarf über einen Zufallsgenerator ein und ausgeschaltet werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Einschalt-, Ausschalt- und Einstellfunktionen für die Arbeitsmaschinen unter Verwendung eines Mikroprozessors gesteuert

6

werden, der Teil einer elektronischen Verbundschaltung ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Arbeitsmaschinen mit einer Leistungsstufe verwendet werden.
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens einige der verwendeten Arbeitsmaschinen in ihrer Arbeitsleistung reguliert werden können.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die in ihre Grundleistungsstufe eingeschalteten Arbeitsmaschinen über je ein Magnetventil auf eine zweite Leistungsstufe mit erhöhter Arbeitsleistung hochschaltbar sind.
6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die maximale Einschaltdauer jeder Arbeitsmaschine einstellbar ist.
7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die maximale Einschalthäufigkeit jeder Arbeitsmaschine pro Zeiteinheit einstellbar ist.
8. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest alle wesentlichen Einschalt- und Ausschaltfunktionen sowie Störmeldungen optisch angezeigt werden.
9. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Arbeitsmaschinen Kältekompresoren einer Kälteverbundanlage durch den Zufallsgenerator gesteuert werden.
10. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Arbeitsmaschinen Wärmepumpen einer Wärmepumpenverbundanlage durch den Zufallsgenerator gesteuert werden.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

BEST AVAILABLE COPY

FIG. 1

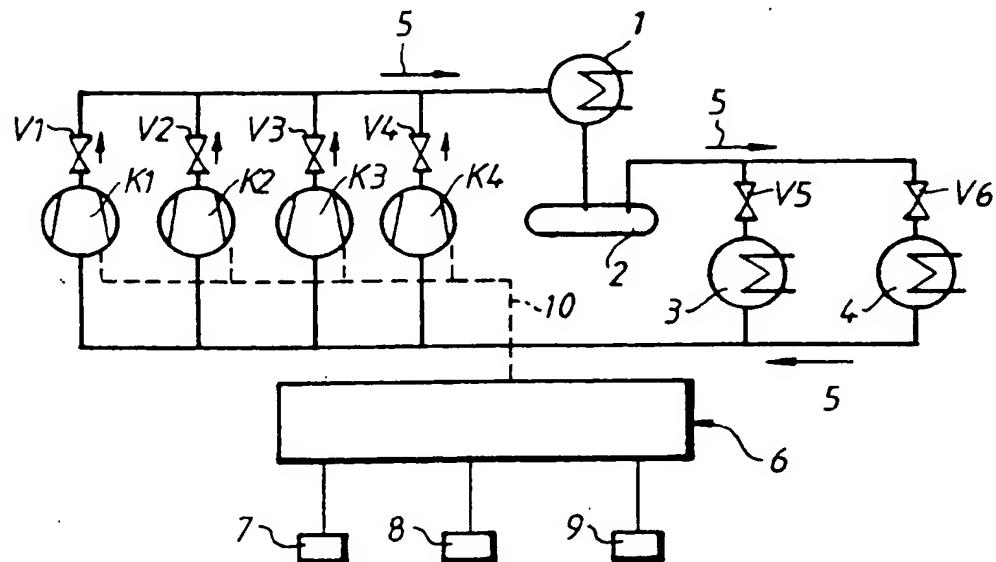


FIG. 2

Anforderung	K1	K2	K3	K4
+	○	⊗	○	○
+	⊗	⊗	○	○
+	⊗	⊗	○	⊗
=	⊗	⊗	○	⊗
+	⊗	⊗	⊗	⊗
-	○	⊗	⊗	⊗
-	○	⊗	○	⊗
-	○	○	○	○
-	○	○	○	○

+ : mehr Leistung

- : weniger Leistung

= : gleichbleibend

○ : Kompressor (K1 ...) ausgeschaltet

⊗ : ----- eingeschaltet

Anforderg.	K1	M1	K2	M2	K3	M3	K4	M4
+	○	○	○	○	⊗	○	○	○
+	○	○	○	○	⊗	⊗	○	○
+	⊗	○	○	○	⊗	⊗	○	○
+	⊗	⊗	○	○	⊗	⊗	○	○
+	⊗	⊗	⊗	○	⊗	⊗	○	○
+	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	○	○
+	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	○	○
+	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	○
-	⊗	○	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗
-	○	○	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗
-	○	○	⊗	⊗	○	○	⊗	⊗
-	○	○	⊗	○	○	○	⊗	⊗
-	○	○	○	○	○	○	⊗	○
-	○	○	○	○	○	○	○	○
-	○	○	○	○	○	○	○	○

+ : mehr Leistung

- : weniger Leistung

○ : Kompressor (K) / Magnetventil (M) ausgeschaltet

- - - - - eingeschaltet

⊗ : - - - - -